数智化大系统体系研究

彭泳，pengyongbupt@gmail.com，北京，100192
国际交叉科学研究院，International Academy of Interdisciplinary Science(IAIS)

摘　要：信息技术发展到今天，已经逐步融入各行各业生产生活。消费互联网流量红利逐步消失，进入产业互联网时代，需要最新互联网技术与各传统行业深度融合。新兴数字技术行业应用实践中，从业人员对于数字技术的智能化水平往往抱有不切实际的幻想；单纯的互联网数字系统往往不如结合互联网系统、传统行业系统和行业规则高效实用，导致思考其本质原因。互联网数字技术从本质上是图灵计算系统，它们虽然源于西方，但是并不代表东方智慧和传统产业的存在失去意义。哲思法理等人类智慧结晶高度抽象，通常是以抽象文字、象形文字、梵文图腾等方式存在，而非数理逻辑，我们有理由相信计算和智慧有本质区别。正确处理人、自然与技术之间的关系对促进现代社会与技术良性互动发展，形成我国以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局具有重大积极现实意义。

关键词：数字治理， 数智化大系统， 大数据， 人工智能， 产业互联网

Abstract: Today, information technology has gradually entered the production and the people's daily life. Consumer Internet traffic dividends are gradually disappearing, and the industrial Internet requires the deep integration of the latest Internet technology with various traditional industries. In the application practice of the emerging digital technology industry, practitioners often have unrealistic illusions about the intelligent level of digital technology; simple Internet digital systems are often not as efficient and practical as combining Internet systems, traditional industry systems and industry rules, leading to the thinking about its essence reasons. Internet digital technologies are essentially Turing computing systems. Although they originated in the West, that does not mean that the existence of Eastern wisdom and traditional industries has lost their meaning. Human wisdom such as philosophy and

jurisprudence is highly abstract, usually in the form of abstract words, hieroglyphs, sanskrits and totems, etc., rather than mathematical logic. We have reason to believe that calculation and wisdom are fundamentally different. Correctly handling the relationship between man, nature and technology is of great positive and practical significance for promoting the benign interactive development of modern society and technology, and forming a new development pattern in which CHINA takes the domestic cycle as the main body and the domestic and international double cycles promote each other.

Key words: Digital Governance, Digital Intelligent System, Big Data, Artificial Intelligence, Industrial Internet

（一）项目创新点及其科学意义

2021 年 3 月李克强总理在政府工作报告提出："推动有效市场和有为政府更好结合"[1]，其中新兴数字技术是重要发展方向。当今世界人类面临各种危机和挑战，利用数字技术提高社会劳动生产效率、创新政府治理模式已经成为中国乃至全世界的重要发展方向。

信息技术发展到今天，已经逐步融入各行各业生产生活。消费互联网流量红利逐步消失，进入产业互联网/数字治理时代，需要最新信息技术与各传统行业深度融合。然而，数字技术行业应用实践过程中，互联网从业人员对于新兴数字技术的智能化水平往往抱有不切实际的幻想；实际的情况单纯由互联网系统提供服务往往不如融合互联网行业、传统行业、法规制度规则和不同角色的人的体系低耗高效安全实用，导致思考其本质原因。

现代科技的飞速发展，我们需要认识到各个学科在深度、广度上远超一个人能够涉及的范围；然而要解决以上跨界工程问题，需要对所有知识智慧体系通盘考量，这也是本课题的初衷。奥地利物理学家薛定谔 1944 年著名的演讲中所说的[2]：**"我们中的一些人应该斗胆迈出一步，尝试将诸多事实和理论综合起来——即使对于其中某些内容还局限于第二手的和不完整的了解，并且冒着最终白忙活一场的风险。"**（见引文[2]《生命是什么》，序言部分第 3 自然段）70 年前，清华大学教授梁思成提倡教育要**走出"半个人"的世界**，也就是教育要将

“理工”与“人文”结合，培养具有完全人格的人，是类似的意思。

现代工业计算技术从本质上是图灵机计算体系[3]，图灵机计算体系具有从输入到输出“白盒”设计逻辑计算控制的特点。然而，从人类文明有文字记录以来，没有任何一个文学哲学作品、高等级法理规则是通过数理逻辑语言描述的。哲思规则通常高度抽象富含象征意义，以文章语录、象形文字、梵文（[2]第161页）、图腾、壁画、油画等方式流传。这些哲思更多的是一种高度抽象化的“黑盒”，变幻无穷，而实证中广泛验证其正确性和有效性。正如伟大爱国诗人陆游所言，古圣先贤的智慧“文章本天成，妙手偶得之”。薛定谔在他的著名讲演中[2]，在“研究的总体特征和目标”部分也提到，生命过于复杂**“没有办法通过数学完全认识清楚”**，同时他也对老子《道德经》[4]的简洁有力而惊叹（[2]第168页）。比如古语“物极必反”[5]“损有余补不足”[4]，无法通过数理逻辑计算来精确定义。“物”包罗万象的，而“极”和“反”，在不同的开放的时空语境环境下千差万别；这和图灵机系统封闭有限环境完全不同。又比如武侯祠《“攻心”联》：“能攻心则反侧自消，自古知兵非好战；**不审势即宽严皆误**，后来治蜀要深思。”[6]，其中“势”、“宽”、“严”与广袤多维时空环境普遍联系，脱离具体场景无法精确定义。现代计算机科学也试图通过面向对象技术OOP[7]等编程技术实现抽象，但我们应该清醒地认识到：基类、抽象类、继承类、实现类也是必须通过人工手动设定不但机械化而且有限；有限和无限，量变导致质变。因此，**我们有理由认为具体的计算逻辑知识和抽象的智慧有本质区别**，就像无机物和有机物有本质区别一样。

单独图灵机体系里有很多问题目前是无法解决的，特别是一些社会性普遍性的问题。就像“火药”在中国做成了烟花，到了一些国家就变成了枪炮。烟花的术更多的是体现的“和”；而枪炮的术更多的是体现的“极”，用极致技术创造壁垒、威胁、垄断和强权。中国古代著名兵书《孙子兵法》[8]，其思想要义是“武德”，尽量避免武力冲突。如第一篇“计篇”第一句：“孙子曰：兵者，国之大事，死生之地，存亡之道，不可不察也”；之后在“谋攻篇”又有论述：“是故百战百胜，非善之善者也；不战而屈人之兵，善之善者也。”牛顿、伽利略通过数学推导形成了宏观世界的经典力学以及日心说[9-10]，并进而认为“上帝创造了这一切”。而之后海森堡所著量子力学文献[11]所描述的不确定性原理本身就是在

微观世界不确定性规则对宏观世界确定控制论的颠覆。**无智的控制论计算技术不能变成了反智的“算计”**。为了技术而技术，很多时候不是单纯为了解决问题；“极”的技术导致枪炮战争、技术垄断、商业唯利是图、物化劳动者、无节制加班、隔阂内卷、信息茧房等更为重大的社会问题，这些可以通过“和”的技术化解。比如光刻机做到极精密，对很多不拥有IT技术基础的传统国家就相对困难，付出巨大代价还是效果不好；技术垄断、种族主义本质是强权政治，明显缺乏人文关怀。著名数学家维纳等美国学者对美国社会商业价值至上亦持批判态度（见[12]第 96 页）；同时他还指出，“法西斯主义者渴望用蚂蚁社会作为模型来建立国家，乃是对蚂蚁和人二者的本性都有严重的误解所致”、“毁掉了我们在这个地球上可以相当长期地生存下去的机会”（见[12]第 36-37 页）。

有近代学者研究表明，近代西方科技的发展很大程度上是由于民族环境条件原因造成[13-14]，**“不同民族的历史遵循不同的道路前进，其原因是民族环境的差异，而不是民族自身在生物学上的差异”**（见引文[14]前言：耶利的问题）。同时我们需要看到，当今西方有很多重大社会问题解决不好，比如国家安全冲突、恐怖主义袭击、网络安全事件、新冠管控失效、族裔对立、社会割裂、贫富悬殊等等；这和多边合作共赢、全球共同抗疫、对抗全球变暖、同舟共济、和而不同、科技以人为本的全球化趋势背道而驰。即使是最强大的美国，拥有最强的IT科技实力和人才，他们目前新冠期间面临的问题麻烦比我们只多不少；最近很多西方国家，反而在反思并开始向我国学习一些治理方面的经验，签了不少双边或多边合作协议。回看近代历史，一战、二战、伊拉克战争、朝鲜战争等等，不合乎道义的侵略者虽然在短期内因为强大取得暂时的胜利，但是最终都为自己愚蠢的行为付出了惨痛的代价[15]。

在硅基图灵计算体系里，有人说少数国家把“沙子变成黄金”卖给全世界，很多传统文明大国在产业链长期以来处于中低端水平；而最近新冠疫情严峻，在家办公远程学习又使得对于中高端芯片的依赖进一步加剧，“天下苦图灵久矣”。从知名学者李约瑟等人近代科技史研究的角度来看[13-14]，西方工业体系发展演进的优势主要和民族环境地理条件等原因关联较大，并不代表东方的传统哲思和科学技术失去价值。进一步的研究表明，中国明朝宋应星《天工开物》[16]一书中“结花本”，是以花本存储提花信息、控制线综的方式，之后法国工程师

用穿孔纸带取代花本；之后的一系列技术改进使得大量数据分析技术成为可能，被认为是现代计算机编程技术的开端。普里戈金《从存在到演化》[17]提到的耗散结构表明，真正智慧的系统存在需要开放包容以获得熵减有序；同时他在[17]中《中国与科学的春天》一文中这样结尾："我并不试图将中国和中国人民过度理想化，但我深深的坚信，他们一定会对人类的未来做出某种伟大的贡献"[17]。人、技术与自然和谐共处需要大系统架构级面向不同的技术体系破圈跨域重新融合设计。孔子说："志于道，据于德，依于仁，游于艺"[18]；近人的类似说法："有道无术，术尚可求也。有术无道，止于术"。但正如Linux 的创始人 Linus Torvalds所言"talk is cheap"，need code，tools[19]，techs and data。**各种不同的"道""法"如何融合为真正有效的"术"进入大系统架构设计领域，是需要各行各业付出大量长期广泛探索实践、努力思考的领域，也是最有价值的领域**。这些术，不但包括新兴互联网技术，同时也应该融合各国各种传统产业术、社会术、企业术，融合形成和谐共生格局。这和目前的产业互联网/数字治理潮流是高度一致的。商业成功必须建立在社会成功基础上，先进的系统架构融合在现实生产架构和组织管理中，**从自动化、数字化逐步过渡到数智化**。

本人博士论文主要研究自适应的无线网络机制[20]。工作中，逐步意识到适应性和智能化具有一定关联，但机器的适应性和人的智慧有明显区别。达尔文在《物种起源》中有论述"自然选择：即适者生存"[21]。人作为万物之灵，其在地球上顶级的适应性、学习能力与其特有的高级智慧紧密相关。维纳也谈到"人的非凡的学习能力...是人之所以异于其他物种的一个特征"（见[12]第 67 页）。担任大学教师以来，本人长期关注人工智能和数字技术领域。曾研究电信领域程控交换[22]、智能网IN[23]，下一代电信网络与服务NGN[24]、计算机领域图灵理论[3]、机器学习、分类聚类[25]、SVM（支持向量机）、任务规划、HTN（层叠任务网）[26]、CF（协同过滤）、NN（神经网络、深度学习）[27]、博弈论[28]、专家系统[29]等等；此外接触过KE（知识工程）[30]、web/domain ontology（本体网）、semantic web（语义网）[31]等一系列机器知识表达技术，接触过认知神经科学[32]，包括GOOGLE的大数据处理平台[33]、图计算[34]等。

到交科院之后，根据交通运输"互联网+"相关项目的要求对行业管理、法律法规进行研究，使用开源大数据平台、深度学习技术框架以及商业视频分析服

务器进行数字监管最小化可行产品[35]（Minimum Viable Product，简称MVP）设计实验，多次搭建YARN /HIVE /HDFS大数据处理平台[33]进行道路运输行业数据分析。2019至2020年间，就“互联网+政务服务”、“互联网+监管”、“放管服”改革、数字治理、“新基建”等热点问题以及大数据分析、人工智能等新兴技术的行业应用撰写提交文稿材料十余份，题材包括技术实验报告、调研报告、规划方案、产品解决方案、行业研究论文、政策意见建议等。领导了人脸识别技术/大数据分析技术在交通运输行业治理体系的发展，推动了数字技术在交通运输行业交叉管理以及电子政务领域的深度应用。

具体案例如下：

案例1、危险货物运输本质安全监管以及跨行业联合监管

危险货物道路运输直接服务于工农业生产、国防科技及人民生活等各个领域，对于支撑经济发展和服务百姓民生发挥着重要作用。近年来，我国危险货物道路运输安全管理持续加强，但安全形势依然严峻，事故频发多发的势头没有得到根本遏制。

为了加强危险货物道路运输生产经营活动中的事中监管，在此次工程中，青海危货监管项目给危货运输车配装了车载设备终端，终端通过车载摄像头能够有效识别并抓拍抽烟、打电话、打瞌睡等危险驾驶行为。识别后车载设备会将10秒150帧的违规行为avi视频文件回传服务器。

然而只是识别抓拍抽烟、打电话、打瞌睡等危险驾驶行为，并没有与行业管理紧密结合，实现运输本质安全生产监管。发现的这些危险驾驶行为的问题线索相对来说还比较初级，未能体现道路运输行业管理部门事中事后全过程监管核心价值。而运输行业管理本身具有非常强的交叉管理特性，涉及交通、公安、安监、旅游、环保等多个部门业务范围，具备明显的交叉领域管理特征；部门间数据共享实质上是社会公共价值交换[34]和相互认同，因此急需通过提升自身数据产品核心价值并在此基础上推动跨部门数据交换共享，形成监管合力。

本人在此项目原始设计基础上独力搭建数据分析系统，进行了事中事后数据分析产品设计研发和实验中试，最终通过提取150帧短视频中的正脸帧，并与青海省道路运输业务管理系统（运政系统）中的22万张从业资格证件人脸照片进行1：1比对（图片比对）以及1：N比对（图片搜索），有效识别了包括人证不

符、人车不符、人单不符等各类行业管理高危预警。经行业专家确认，无证驾驶危货车的人员存在较大公共安全风险隐患，据此打通了与公安部门的数据接口，解决了长久以来跨部门监管数据无法互通的难题，通过道路运输领域数据业务价值分析驱动了跨行业联合监管。在这个设计实例里面，不但用到了最新AI人脸分析原理和技术，同时也使用了社会科学中的价值交换原理[36]、运输行政执法管理法律法规、公安学多个跨行业跨领域学科理论；同时预警信息也必须在机器自动判定识别基础上由业务专家二次确认才能真正生效，专业人员在整个系统业务流转中处于核心位置。相关成果已整理成技术报告《交通运输“互联网+监管”-监管对象视频图像分析技术报告》（详见个人成果）[37]。

案例 2、数字治理场景下非实时海量数据传递系统

在未来国家数字治理[38]场景下，需要全国范围甚至在国际合作协议框架（“一带一路”、RECP等）下跨国范围内高效安全传递海量事中事后行业管理过程数据。面向更远的宇宙范围的未来，甚至可以考虑在星球间通过运载火箭进行海量数据物理介质传递。本子项目主要创新点是通过数字媒质专递服务的方式实现大规模海量非实时数据传递（如大量事中事后生产经营过程监管数据）。在大数据时代，传统光纤网络传递以及目前数据通过小规模U盘、移动硬盘等媒介快递的方式在非实时海量政务数据传递方面有诸多弊端。

传统光纤网络传递带宽和覆盖虽然不断在提高，但目前毕竟还是比较有限；考虑到跨内外网跨域安全问题，实际可用带宽会更少（往往在 10MB/s以下）；高安全等级机房甚至完全物理隔离；跨国跨海跨星球敷设光纤困难；非实时业务数据有各类个性化业务要求；接口程序传递需要各地团队大量个性化数据同步协议开发工作；电子网络传输PB级海量数据实时入库也非常挤占大数据平台计算和磁盘I/O资源；长距离光纤网络传输存在重要数据容易泄露管理维护成本较高等一系列问题。大数据时代，我国不同省份以及周边其他国家不同地区IT技术存在发展不均衡的现状。而由于发展不均衡，历史上IT技术本身又主要源自欧美，很多偏远地方IT力量相对薄弱，业务数据交换系统又存在大量个性化开发工作，导致各地往往无法提供高可用的政务数据解析交换的系统。在本人带队建设的省级道路运输综合监管信息系统、交通运输“互联网+政务服务”、“互联网+监管”项目实施过程中，以上各类现实问题导致大量业务数据电子网络传输可用性问题

已经非常明显。

实物物流传递具有方式多（步行、自行车、道路运输、水路海路运输、铁路、飞机、公共交通、真空管道运输、运载火箭等等）、理论上近似无限带宽、普遍服务几乎跨星球覆盖、相对安全廉价高效、产业链高度自主可控等特点。

我们的设计方案融合了大数据数仓技术[33]以及交通运输多式联运[39]/邮政物流快递/航空航天技术，重构了数据交换通路。参见本人独立撰写的《数字治理场景下非实时海量数据传递系统设计报告》（详见个人成果）[40]。非实时海量数据传递系统也是IT行业以及交通运输、邮政物流、航空航天等交叉行业的系统级联合设计。

案例 3、政务服务线上线下综合服务

之前的政务服务往往集中于大厅提供。自“放管服”改革以来，国家进行了大量“互联网+”电子政务网站和系统建设，包括“互联网+政务服务”、“互联网+监管”。但本人在长期支持交通运输部政务服务实践中发现，单纯实体大厅服务或单纯政务网站服务效果都会打折扣，不同的服务方式面向不同场景、不同人群各有利弊[24][41]。

从需求侧，需要综合各种技术手段，“化繁为简”，引导用户找到适合他的服务提供者。从供给侧，可以向分级服务、专业化、数字赋能、数字运营方向发展。互联网IT技术只是行业服务的一种工具，过于依赖互联网新技术用户体验往往不佳。比如，由于政务网站各个行业专业性非常强，只是通过网站将服务指南张贴并不能让用户真正理解如何在线办理业务，往往还是需要人工坐席、即时消息、远程桌面、网盘等互联网技术在线支持。很多成熟的传统服务技术手段具有不同的服务特性，如电信呼叫中心分级分类服务能够有效提升服务的智能化供给。电话线传统 1240 程控交换协议[22]复杂度相对较低电信级可用性、相比互联网TCP/IP协议栈不容易形成安全漏洞和数据泄露危害。大厅现场窗口服务、办事大厅一体机终端、传统电话/5G视频电话对于老弱人群以及传统行业人群相对友好、信用较低的“老赖”可以通过大厅现场审核做一定限制等。不同的服务手段针对不同人群和应用场景能够与互联网新技术形成强有力的互补。参见本人独立撰写的《政务综合服务系统设计报告》（详见个人成果）[41]。综合政务服务也是融合新兴电子政务互联网服务技术、电信服务技术、传统政务服务大厅、各传统

行业管理部门业务系统的交叉行业大系统联合设计，传统服务需要数字化赋能、数字化运营。

通过上述前期工作基础，我们认为单纯互联网IT技术本质上是基于图灵机模型的自动化系统。目前的AI、机器学习、大数据处理从未脱离图灵机可计算理论体系框架。目前的深度学习也只是特别复杂层数特别多的各种的人工神经网络，本质上还是封闭环境下图灵机自动化计算，而远非人的智慧。长久以来人工智能学界不少人将计算、知识和智慧等同，试图通过计算控制技术实现人的智慧。但无论从安全、能耗、效率等各个方面，计算控制技术在很多情况下相比人的智慧有质的差距。**本项目理论上创新意义在于：重新讨论图灵计算智能的能力范围，明确提出数理逻辑表达的具体机器知识和人类高度抽象智慧规则是完全不同的概念。**机器数理逻辑可以表达有限具体的知识，抽象智慧规则是人们穿越时空从客观开放世界高度抽象而来变化无穷，长期社会实践检验了其有效性。人类智慧具有开放环境普遍的适应性，完全不同于封闭环境有限的知识和数理逻辑计算推理；高度抽象的智慧规则从人类长期生产和社会实践中产生、检验、演化发展，最终也只能由高度智慧的人来判断运用。**我们认为一个合理的数智化大系统，图灵计算系统、各类传统行业系统、各类不同行业人员以及社会公众需要跨领域联合设计以实现真正智慧高效安全可靠**。由于产业互联网/数字治理中大量存在抽象智慧、行业规则的运用以及各类人的参与，此理论上的探索对于指导实际产业互联网/电子政务系统架构重构以及消费互联网架构持续优化，改变过于依赖互联网技术的政企信息化业界现状具有重大原创意义。当今世界存在的每一种行业技术、每一个人、每一个国家以及民族、每一种文明都是从远古走来，在漫长的历史演化中每一种长期存在都有其“基因”[42]，即其经历历史实践验证的合理性。黑格尔《法哲学原理》[43]中所述，“存在即合理”。然而《尚书》古语：“天作孽，犹可违。自作孽，不可活”[44]。所谓善法善治，需要通过人类自我觉醒让客观存在[45]形成公共约定彼此适应，从最大程度上化解存在之间的冲突以避免“自作孽”走向人类毁灭，文明从而得以传承和进化；自觉是全人类赖以生存的基本条件。我国著名学者费孝通在《乡土中国》[46]结尾部分有言：“生存的条件变成了自觉，自觉的生存条件是‘需要’用以别于‘欲望’”。**正确理解东西方各种存在的合理和差异，处理好各类东西方新旧技术体系以及人、自然与技术**

之间的对立统一关系[47]，对推动我国创新驱动发展战略[1][48-49]，促进现代社会与科学技术良性互动发展[50]，形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局具有重大积极现实意义。

（二）拟开展的研究工作

摩尔定理下，单纯数理逻辑图灵机IT技术目前发展已接近瓶颈，最新光刻机精度已经处于纳米级水平。单纯图灵计算工业技术体系在产业互联网/数字治理时代面临重大缺陷，许多普遍存在的社会问题无法有效解决。本项目希望这些问题通过社会公众、各类从业人员、新IT技术理论、传统行业理论和自然环境共生研究设计得到有效化解。

图灵计算技术，西方学者是想用“白盒”显微镜来解构大脑。但是这么多年来，大脑如何工作形成思想的，没有一个人能说清楚[51-52]。虽然弄清楚这个也很重要，但是人类有历史记录以来，古圣先贤沉淀下来的哲思智慧和思想基本上都是“黑盒”“混沌”[53-54]式的文章语录、象形文字或梵文图腾，而非数理逻辑运算或形式语言；数理逻辑自动机更适合于具象知识的表达，而非抽象可迁移、普适的智慧和思想的产生。中医比如针灸、青蒿素[55]等，很多时候做的也是“黑盒”实验，很难解释清楚，没有逻辑在里面，但实证实验有用。大量的生物材料化学实验都不是通过逻辑推导实现，而是从存在的现象中通过提出假设实验实证。AI方面我了解到的是也有人在研究深度学习等技术方法如何实现可迁移普适的智慧，但目前基于最新技术这个方向同样非常初级，更多的是停留在具体知识层面的推理迁移[56-57]，而非泛化抽象智慧“道”层面的运用。即使深度学习，有那么一点像大脑的结构，作用也有那么一点点智能，但它真正发挥作用的机理也是一个近似的“黑盒”或“灰盒”，网络模型节点层数和连接参数权重过多过于复杂难于解释；很多人在做的模型训练实际上是在做各种参数调整试验而非自动化逻辑设计，而且具体落地的时候相关算法对场景和数据个方面限制非常多，远非真正意义上的智慧。近期有研究者试图通过计算机、算法模拟神经递质信号[52]。我们知道计算机离散事件仿真实验用图灵系统模拟图灵系统是有效的。图灵自动机系统模拟有机生化体以实现高级智慧我认为从原理上来说就是错误的，他们具有本质的不同。现有的现象已经从某种程度在告诉我们，从“白盒”可解释的角度

去理解设计智慧可能是有问题的，需要变换思路。**思想和智慧从某种意义上可以理解为源于微观世界和宏观世界同样是无限的宇宙四维空间的普遍适应性而存在。微观与宏观之间产生联系的规律和智慧，古圣先贤“妙手偶得之”。智慧可能只能是“混沌”[53-54]而无法设计计算，也无法通过有限封闭时空范围的数据训练得到。**其根本原因在于在可见的未来我们还无法设计计算无限时空的宇宙，同时也无法通过在时间地域分布十分有限的离散采样数据来训练得到源自无限时空的思想和智慧。现阶段一个普适合理的系统里面应该是“白盒”、“黑盒”、“灰盒”各种图灵的非图灵的技术手段共存各尽其用。

消费互联网主要面向社会公众，由于不过多涉及跨领域专业知识，传统互联网技术架构缺陷尚不明显。在产业互联网/数字治理时代，单一依靠互联网技术在解决一些重大问题上难以有效推进。上世纪80年代至今，欧美研究者的一些研究表明，公共价值/社会价值最大化往往需要行政管理决策者创新驱动、跨界融合[50]。新兴数字技术和传统行业技术、法规、规则深度融合，可能产生新的智慧技术体系架构，从最大程度提升不同地域、不同行业整体社会价值和商业价值。参见本人独立撰写的《数智化大系统体系研究讨论稿》（详见个人成果）[58]。

基于上述判断，在本课题开展过程中，计划着重探索以下几方面内容：

1、现实产业问题驱动型的交叉学科新理论和新技术以及科研范式探索研究，包括哲学思潮、数学、人文艺术、历史地理、认知神经科学、法理学、数理逻辑、物理生化、遗传学、生态学[59]、管理学、工程制造、交通运输、公共安全、政治经济学、社会学等等。

2、前述的理论研究需要结合实际工程技术体系实验环境进行设计编码推动转化为现实生产力，实现传统产业转型升级。具体工作包括前述三个案例以及更多的相关行业应用案例解决方案的设计实现以及在此基础上的新理论方法提炼，输出成果为高水平学术论文、具有国际竞争力的专利技术、技术报告、开源软件代码集或最小化可行产品[35]（Minimum Viable Product，简称MVP）。

3、技术科学研究：结合实际案例研究推进面向跨行业业务领域，融合各种“白盒”、“黑盒”、“灰盒”各类技术科学进行新型技术体系架构级重建，加速新产品研发落地周期，提高我国治理能效[37]和社会生产力水平。

参考文献

[1]国务院总理 李克强，政府工作报告，2021年3月5日在第十三届全国人民代表大会第四次会议上；

[2]埃尔温·薛定谔著，周程、胡万亨译，《生命是什么》，首版1944年；2018.7.，北京大学出版社；

[3]Turing, Alan Mathison. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. Proceedings of the London mathematical society 2.1 (1937): 230-265.；（图灵机原始论文）

[4]李耳（老子），《道德经》，约完成于公元前485年；2014.6，中国华侨出版社；

[5]吕不韦，《吕氏春秋》，约完成于公元前239年（战国）；

[6]赵藩著，成都武侯祠《“攻心”联》，清代；

[7]Stefik, Mark, and Daniel G. Bobrow. Object-oriented programming: Themes and variations. AI magazine 6.4 (1985): 40-40.；

[8]孙武著，黄善桌译，《孙子兵法》，春秋时代完成，2016.9，江西人民出版社；

[9]牛顿，王克迪著，《自然哲学之数学原理》，2006.1，北京大学出版社；

[10]伽利略.伽利莱著，周煦良等译，《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》，2006.4，北京大学出版社；

[11]Heisenberg, W. (1927), Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik, Zeitschrift für Physik (in German), 43 (3–4): 172–198, March 21, 1927.（维尔纳.海森堡著，《论量子理论运动学与力学的物理内涵》）；

[12]N.维纳，《人有人的用处》，1954年修订版，1987.2，商务印书馆；

[13]李约瑟、李大斐编著，余延明、滕乔云、李潇、唐道华、傅惠生等译，《李约瑟游记》，1998年，贵州人民出版社；

[14]贾雷德·戴蒙德著，谢延光译，《枪炮、病菌与钢铁：人类社会的命运》，1997.3，上海译文出版社；

[15]亨利·基辛格著，胡利平等译，《论中国》，2015.7，中信出版社；

[16][明]宋应星著，潘吉星译注，《天工开物》，2020.9，上海古籍出版社；

[17]普里戈金，《从存在到演化》，2020.5，北京大学出版社；

[18]孔丘，《论语·述而篇》，春秋末期；

[19]Engels, Friedrich. Dialektik der Natur. Verlag Neuer Weg, 2019.（恩格斯《自

然辩证法》，写于 1873 年至 1882 年间，其中提到人能够生产较为复杂的工具）；
[20]Yong Peng, Haitao Wu, Shiduan Cheng, Keping Long，A New Self-Adapt DCF Algorithm, IEEE GLOBECOM 2002, Taipei, China, Nov. 2002；
[21]Darwin, Charles. The origin of species（《物种起源》）. New York: PF Collier & son, 1909.；
[22]林康琴著，《程控交换原理》，1995.7，北京邮电大学出版社；
[23]Xiaomin Zhu, Jianxin Liao, Junliang Chen，IIN model: modifications and case study.，Comput. Networks 35(5): 507-519 (2001)；
[24]Minerva, Roberto, and Noel Crespi. Networks and New Services: A Complete Story. Springer International Publishing:, 2017.；
[25]罗素，《人工智能：一种现代的方法（第 3 版）》，2013.11，清华大学出版社；
[26]Erol, Kutluhan, James Hendler, and Dana S. Nau. HTN planning: Complexity and expressivity. AAAI. Vol. 94. 1994；
[27]LeCun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G. Deep learning. Nature 521, 436–444 (2015). https://doi.org/10.1038/nature14539；
[28]约翰·冯·诺伊曼，奥斯卡·摩根斯特恩著，《博弈论与经济行为（Theory of Games and Economic Behavior）》，1944 年，普林斯顿大学出版社出版；
[29]Balci, Osman, and Eric P. Smith. Validation of expert system performance. Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute & State University, 1986；
[30]Studer, Rudi, V. Richard Benjamins, and Dieter Fensel. Knowledge engineering: Principles and methods.Data & knowledge engineering 25.1-2 (1998):161-197；
[31]McIlraith, Sheila A., Tran Cao Son, and Honglei Zeng. Semantic web services. IEEE intelligent systems 16.2 (2001): 46-53；
[32]罗伯特.L.索尔所，M.金伯利.麦克林，奥托.H.麦克林著，邵志芳等译，《认知心理学（第 7 版）》，2008.7，上海人民出版社；
[33]Dean, J., and S. Ghemawat. Simplified data processing on large clusters Sixth Symp [J]. Oper. Syst. Des. Implement. Vol. 51. No. 1. 2004；
[34]Lu, Yi, et al. Large-scale distributed graph computing systems: An experimental evaluation. Proceedings of the VLDB Endowment 8.3 (2014): 281-292.；

[35]埃里克·里斯著，吴彤译，《精益创业》，2012.8，中信出版社；
[36]Marx, Karl. Das Kapital: kritik der politischen ökonomie. Vol. 1. O. Meissner, 1890.（马克思《资本论》）
[37]彭泳，《交通运输“互联网+监管”-监管对象视频图像分析技术报告》，2020.8；
[38]王谦，《数字治理：信息社会的国家治理新模式—基于突发公共卫生事件应对的思考》，2020.5，《国家治理》周刊；
[39]Lowe, David. Intermodal freight transport. Routledge, 2006；
[40]彭泳，《数字治理场景下非实时海量数据传递系统设计报告》，2021.2；
[41]彭泳，《政务综合服务系统设计报告》，2021.2；
[42]马特·里德利著，李南哲译，《基因组-人类自传》，2015.6，机械工业出版社；
[43]黑格尔著，《法哲学原理》，1820 年正式出版；
[44]先秦诸子著（相传《尚书》为孔子编定），《尚书·太甲中》，春秋末期；
[45]萨特著，陈宣良译，《存在与虚无》，1943 年初版，2007.11，新知三联书店；
[46]费孝通，《乡土中国》，2008.10，人民出版社；
[47]《毛泽东选集（第一卷）》《实践论》《矛盾论》，1991 年 6 月第 2 版，人民出版社；
[48]《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二零三五年远景目标的建议》辅导读本；
[49]Peter K. Eisinger, and Robert M. La Follette Institute of Public Affairs. The rise of the entrepreneurial state: State and local economic development policy in the United States. Univ of Wisconsin Press, 1988.（《企业家型国家： 揭穿公共 vs. 私营部门神话》）
[50]马克·H.穆尔著，伍满桂译，《创造公共价值-政府战略管理》，2016（2017.2 重印），北京：商务印书馆；
[51]埃里克·坎德尔，《追寻记忆的痕迹-新心智科学的开创历程》，2019.7，中国友谊出版公司；
[52]Schmidt, Maximilian, et al. A multi-scale layer-resolved spiking network model of resting-state dynamics in macaque visual cortical areas. PLoS computational biology 14.10 (2018)；
[53]Brockman, John, ed. Possible minds: Twenty-five ways of looking at AI. Penguin Books, 2020；

[54]May, Robert M. Simple mathematical models with very complicated dynamics. The Theory of Chaotic Attractors (2004): 85-93;
[55]屠呦呦，倪慕云，钟裕蓉，李兰娜，《中药青蒿的化学成分和青蒿素衍生物的研究（简报）》，《中药通报》，1981，6（2）：31;
[56]Valverde, Juan Miguel, et al. Transfer Learning in Magnetic Resonance Brain Imaging: a Systematic Review. arXiv preprint arXiv:2102.01530 (2021);
[57]Bernhard Schölkopf, Francesco Locatello, Stefan Bauer, Nan Rosemary Ke, Nal Kalchbrenner, Anirudh Goyal, Yoshua Bengio, Towards Causal Representation Learning, https://arxiv.org/pdf/2102.11107.pdf, 2021.2.22;
[58]彭泳，《数智化大系统体系研究讨论稿》，2021.1.;
[59]Robert May，Angela McLean主编，陶毅，王百桦译，《理论生态学-原理及应用（第三版）》，2009.9，高等教育出版社。